

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085687 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **F16J 15/54**,  
F15B 15/12, F01C 19/00, F03C 4/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000349

(22) Internationales Anmeldedatum:  
1. März 2005 (01.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 010 432.8 1. März 2004 (01.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; 88038  
Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

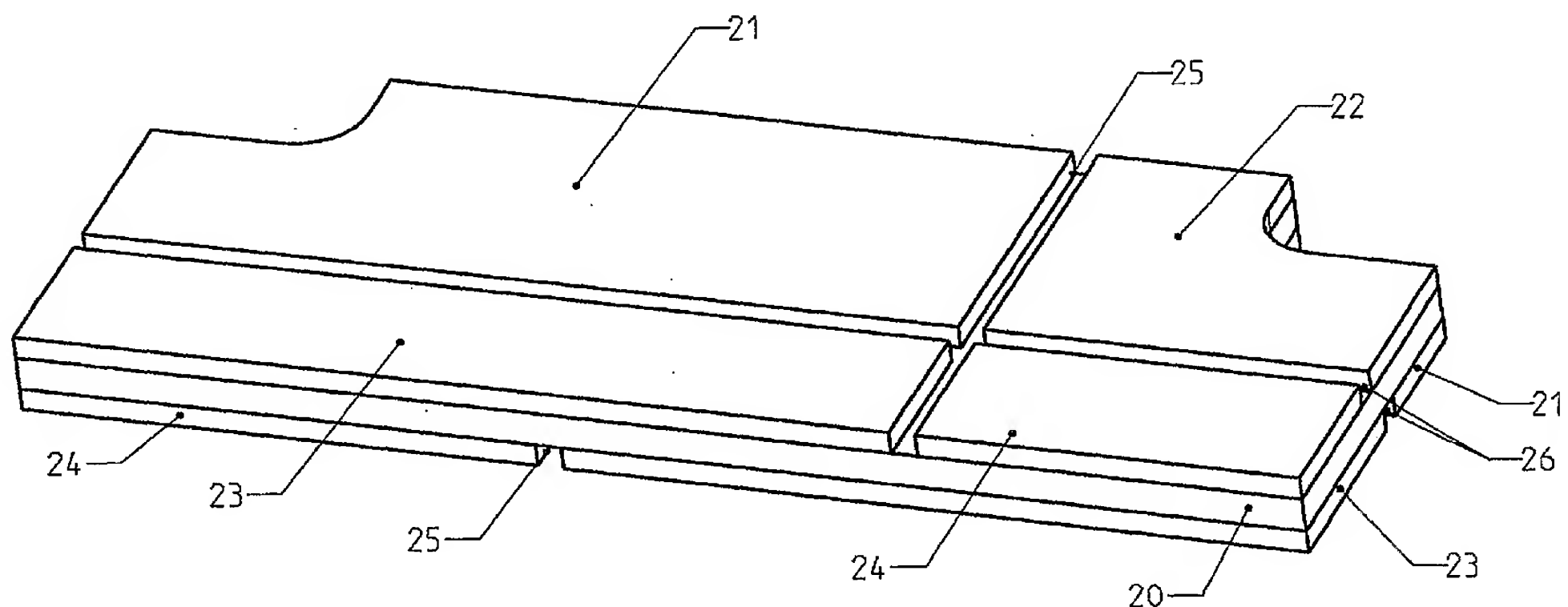
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BEETZ, Stefan**  
[DE/DE]; Lindenstrasse 6, 19089 Barnim (DE). **RE-  
ICHEL, Klaus** [DE/DE]; Boraustrasse 3, 19374 Domsühl  
(DE). **BAUSTIAN, Torsten** [DE/DE]; Krudopp 4, 19089  
Crivitz (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SEALING DEVICE FOR A RADIAL SWIVEL MOTOR

(54) Bezeichnung: DICHTUNGSEINRICHTUNG FÜR EINEN RADIALEN SCHWENKMOTOR



(57) **Abstract:** Swivel motors have considerable internal sealing problems, particularly within a large operating temperature range. In order to improve sealing within a temperature range of 40 to + 130 °C, a sealing device (20), consisting of an inner soft sealing element (20) and several outer rigid sealing elements is provided (21, 22, 23, 24). The soft sealing element (20) and the rigid sealing elements (21, 22, 23, 24) are non-detachably connected to each other, the peripheral sealing surfaces of the rigid sealing elements (21, 22, 23, 24) seal in a flush manner with respect to the sealing surface of the soft sealing element (20) in an unstressed state, the rigid sealing elements (21, 22, 23, 24) are distanced from each other by means of at least one radial compensating groove (25) and at least one compensating groove (26), which is parallel to the axis, and the compensating grooves (25, 26) of the two sides of the sealing device are arranged in such a way that the compensating grooves (25, 26) of one side do not overlap with the compensating grooves (25, 26) of the other side.

(57) **Zusammenfassung:** Schwenkmotore haben große Dichtheitsprobleme nach innen, insbesondere bei einem großen Betriebs-temperaturbereich. Zur Verbesserung der Dichtheit über einen Temperaturbereich von -40 bis + 130° C wird daher eine Dichtungseinrichtung (20) vorgeschlagen, die aus einem inneren weichen Dichte-lement (20) und mehreren äußeren starren Dichte-lementen (21, 22, 23, 24) besteht, wobei das weiche Dichte-lement (20) und die starren Dichte-lemente (21, 22, 23, 24) unlösbar miteinander verbunden sind, die umlaufenden Dichtflächen der starren Dichte-lemente (21, 22,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085687 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i) für alle Bestimmungsstaaten
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ,

LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

23, 24) im unbelasteten Zustand bündig mit der Dichtfläche des weichen Dichteelementes (20) abschließen, die starren Dichteelemente (21, 22, 23, 24) untereinander durch mindestens eine radiale Ausgleichsnut (25) und mindestens eine achsparallele Ausgleichsnut (26) beabstandet sind und die Ausgleichsnuten (25, 26) beider Seiten der Dichtungseinrichtung so angeordnet sind, dass sich die Ausgleichsnuten (25, 26) der einen Seite nicht mit den Ausgleichsnuten (25, 26) der anderen Seite überdecken.

---

## Dichtungseinrichtung für einen radialen Schwenkmotor

---

5

### Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Dichtungseinrichtung für einen radialen Schwenkmotor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Derartige Schwenkmotore werden insbesondere im Fahrzeugbau sowie in der Luft- und Raumfahrt eingesetzt.

Ein radialer Schwenkmotor besteht in der Regel aus einem Gehäuse, das im Inneren mindestens einen Statorflügel besitzt und an den Stirnseiten mit Deckeln  
15 verschlossen ist und aus einem Rotor, der sich aus einer in den Deckeln gelagerten Abtriebswelle und mindestens einem Rotorflügel zusammensetzt. Der Rotorflügel ist gegenüber dem Statorflügel des Gehäuses nur begrenzt schwenkbar und bildet so mit dem Statorflügel mindestens eine Druck- und eine Saugkammer aus.

20 Zur Gewährleistung der inneren Dichtheit zwischen der Druck- und der Saugkammer ist sowohl der Rotorflügel als auch der Statorflügel mit einem formangepassten Gleitdichtelement ausgerüstet, das an den seitlichen Deckeln und an der Innenwand des Gehäuses bzw. am Rotor anliegt. Gerade in diesem Bereich treten immer wieder große Dichtheitsprobleme auf, weil die Dichtelemente wegen  
25 der begrenzten und immer wieder wechselnden Drehbewegung des Rotors einem erhöhten Verschleiß unterliegen und weil die Dichtelemente auch einem sehr großen Betriebstemperaturbereich ausgesetzt sind.

Zur Lösung dieser Probleme sind bereits einige Vorschläge bekannt.

30 So in der DE 199 35 234 C1 eine Ausführungsform des Gleitdichtelementes beschrieben, die aus einem Füllstück besteht, dass unter Vorspannung einen umlaufenden Dichtkörper trägt, wobei das Füllstück geteilt und damit parallel

längsbeweglich zueinander ausgeführt ist und zwischen den Füllstücken mindestens ein Federelement angeordnet ist. Damit werden die Füllstücke durch jeweils in entgegengesetzt zueinander wirkende Kräfte verspannt. Nachteilig an dieser Dichtvariante ist, dass die Dichtungsleiste aus einer Vielzahl von Einzelteilen besteht und damit teuer in der Herstellung und aufwendig in der Montage ist. Außerdem haben die aus einem Weichmaterial bestehenden Federelemente nur ein geringes Volumen, sodass daher die erzeugten Vorspannkräfte auch sehr gering sind. Dazu kommt, dass die Federelemente nur in radialer Richtung wirken. Dass alles führt zur Undichtigkeit.

Aus der DE 199 27 619 A1 ist nun bekannt, die Wirkung eines elastischen Vorspannelementes durch eine oder mehrere in dem Vorspannelement integrierte Metallfedern zu unterstützen, wobei die Metallfeder eine Membran-, Well-, Spiral- oder Druckfeder sein kann. Durch die zusätzlichen Metallfedern werden zwar die Vorspannkräfte für die Dichtelemente erhöht, aber dafür ist diese Lösung technisch kaum auszuführen. Die Druckfedern müssen nämlich in radialer und in achsparalleler Richtung bezogen auf die Drehachse des Rotors wirken und so müssen die Druckfedern auch in sich kreuzender Weise angeordnet werden. Das erfordert in axialer Richtung einen sehr breiten Einbauraum, der auf Grund der Abmessungen der Rotorflügel bzw. der Statorflügel einfach nicht vorhanden ist.

In der DE 199 27 621 A1 hingegen wird ein leistenförmiges Gleitdichtelement vorgestellt, dass aus einem ersten viereckigen Dichtrahmen aus PTFE, einem zweiten viereckigen Dichtrahmen aus PTFE und aus einem Vorspannelement aus einem Elastomer besteht. Beide Dichtrahmen und das Vorspannelement sind gleich groß ausgeführt und durch Verkleben oder durch Vulkanisation sandwichartig zu einem Paket zusammengefügt und beide Dichtrahmen sind sowohl in radialer als auch in axialer Richtung zueinander versetzt angeordnet. Dabei ist das Vorspannelement zwischen den beiden Dichtrahmen angeordnet und greift mit entsprechenden seitlichen Überständen in die Hohlräume der beiden Dichtrahmen ein, sodass die beiden Dichtrahmen beim Einbau in den Schwenkmotor durch die Kräfte des Vorspannelementes gleichermaßen in radialer und in axialer Richtung

entgegengesetzt vorgespannt werden.

Allen genannten Lösungen ist gemeinsam, dass das eigentliche Dichtelement aus einem harten Kunststoff PTFE besteht und zur Verringerung des Dichtspaltes von einem entsprechenden Federelement belastet wird. Dabei handelt es sich bei diesem Federelement in der Regel um einen Elastomerwerkstoff. Dichtelemente aus PTFE besitzen zwar gute Gleiteigenschaften, wodurch sie für die Abdichtung aneinander gleitender Bauteile eigentlich gut geeignet sind. Aus Fertigungsgründen verbleibt aber stets ein offener Dichtspalt, durch den Drucköl überströmen kann. Die Größe des Dichtspaltes ist aber auch abhängig von der Betriebstemperatur des Schwenkmotors. So vergrößert sich der Dichtspalt mit geringer werdender Temperatur, während mit höherer Temperatur der Anpressdruck der Dichtelemente an die Gehäuseteile zunimmt. Mit einem größer werdenden Dichtspalt nimmt der Leckölstrom zu und mit einem höheren Anpressdruck nimmt der Verschleiß der Dichtelemente zu. Beides ist nicht gewollt.

Alle die genannten Gleitdichtelemente sind also für den geforderten Temperaturbereich von -40 °C bis 130°C ungeeignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Dichtungseinrichtung zu entwickeln, deren Dichtspalte zwischen den Druck- und der Saugkammern des Schwenkmotors temperaturunabhängig sind.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Zweckdienliche Ausgestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die neue Dichtungseinrichtung beseitigt die genannten Nachteile des Standes der Technik. So zeichnet sich die neue Dichtungseinrichtung in erster Linie durch eine sehr gute Dichtfunktion aus. Das ist in der Hauptsache auf die neuartige Kombination verschiedenartiger Dichtelemente zurückzuführen. So bricht die neue Dichtungseinrichtung mit dem Vorurteil, dass Weichdichtungen für quer zum Dichtelement ausgerichtete Relativbewegungen, wie sie gerade bei Schwenkmotoren



auftreten, ungeeignet sind. Das wird durch die starren Dichtelemente zu beiden Seiten des weichen Dichtelementes erreicht, die zum einen eine Stützfunktion für das weiche Dichtelement übernehmen und die gleichzeitig die Gehäuseteile so glätten, dass das weiche Dichtelement von den Unebenheiten der metallischen Gehäuseteile verschont bleibt.

Die hohe Dichtfunktion ist auch darauf zurückzuführen, dass jetzt mit den beiden äußeren starren Dichtelementen und dem weichen inneren Dichtelement drei Dichtteile an der Dichtfunktion beteiligt sind.

Der besondere Vorteil liegt aber darin, dass die Dichtungseinrichtung ihre hohe Dichtfunktion auch über einen hohen Temperaturbereich aufrechterhält. Die Dichtfunktion ist also weitgehend temperaturunabhängig. Das wird erreicht, weil die starren Dichtelemente mehrteilig ausgeführt sind und dabei jeweils so stark von der Vorspannung durch das weiche Dichtelement und von dem in den Ausgleichsspalten herrschenden hydraulischen Drücken belastet sind, dass jede Volumenschrumpfung ausgeglichen wird. Dabei wird diese Schrumpfung in jede Richtung ausgeglichen, also nicht nur in radialer und achsparalleler Richtung sondern auch in diagonalen Richtung. Damit ist eine gleichbleibende hohe Dichtheit am ganzen Umfang, also auch in den Ecken der Dichtungseinrichtung gewährleistet.

Es ist besonders vorteilhaft, wenn alle weichen und starren Dichtelemente so bemessen werden, dass sich ausreichend breite Ausgleichsspalte einstellen, damit nach der bei Raumtemperatur durchgeführter Montage ein ausreichender Spalt für den Schrumpfungsausgleich verbleibt. Damit kann die Dichtfunktion auch bei entsprechend tiefen Temperaturen aufrechterhalten bleiben.

Vorteilhaft ist auch, wenn das weiche Dichtelement so ausgeführt ist, dass die zu erzielende Vorspannung größer als die zu erwartende Schrumpfung aller an der Dichtung beteiligten Bauteile gewählt werden kann. Auch das ermöglicht den Einsatz bei tiefen Temperaturen.

Es ist weiter von Vorteil, wenn die Ausgleichspalte als druckölführende Kanäle ausgebildet sind und mit dem jeweiligen Druckraum des Schwenkmotors verbunden sind. Damit können die starren Dichtelemente mit einem hydraulischen Druck belastet werden, dessen Kräfte die Vorspannkräfte unterstützen. Das erhöht die  
5 Dichtigkeit über den gesamten Temperaturbereich.

Es ist auch vorteilhaft, wenn das weiche Dichtelement und die starren Dichtelemente durch Klebung oder durch Vulkanisation unlösbar miteinander verbunden sind. Dadurch wird die gesamte Dichtungseinrichtung zu einem Bauteil,  
10 was den Montageaufwand des Schwenkmotors sehr verringert.

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispieles näher erläutert werden.  
Dazu zeigen:

- 15 Fig. 1: einen Schwenkmotor im Längsschnitt,  
Fig. 2: den Rotor des Schwenkmotors in einer perspektivischen Darstellung,  
Fig. 3: die Dichtungseinrichtung im unbelasteten Zustand in einer Perspektive.

Der radiale Schwenkmotor gemäß der Fig. 1 besteht in der Hauptsache aus einem  
20 äußeren Stator 1 und einem inneren Rotor 2. Der Stator 1 setzt sich aus einem Gehäuse 3 und aus an beiden Stirnseiten des Gehäuses 3 angeordneten Deckel 4 zusammen, die über nichtdargestellte Schrauben miteinander verbunden sind. Beide Deckel 4 besitzen je eine Lagerbohrung. Im Inneren des Gehäuses 3 befindet sich eine zylindrische Gehäusebohrung, die in der Länge von zwei sich  
25 gegenüberliegenden und radial ausgerichteten Statorflügel in zwei gegenüberliegende Freiräume aufgeteilt ist.

Der Rotor 2 besteht dagegen aus einer Abtriebswelle 5 mit beidseitigen Lagerzapfen 6 und einem dazwischenliegenden Zylinderteil 7. Im Bereich dieses Zylinderteils 7  
30 sind zwei gegenüberliegende und radial ausgerichtete Rotorflügel 8 angeordnet. Der Rotor 2 ist in dem Gehäuse 3 des Stators 1 so eingepasst, dass zwischen dem Kopf des Rotorflügels 8 und der Innenwand des Gehäuses 3 sowie zwischen dem Kopf des

Statorflügels und der Umfangsfläche des Zylinderteils 7 jeweils ein achsparalleler Dichtspalt 9 gebildet ist.

5 Dagegen ergibt sich jeweils zwischen den Stirnflächen des Rotorflügels 8 und den Stirnflächen des Statorflügels und den beidseitigen Innenflächen der beiden Deckel 4 ein radialer Dichtspalt 10. Jeder Rotorflügel 8 teilt daher einen der beiden Freiräume im Gehäuse 3 in einen Druckraum und in einen Ablaufraum auf, so dass sich zwei gegenüberliegende Druckräume und zwei gegenüberliegende Ablaufräume ergeben. Beide Druckräume und beide Ablaufräume sind durch innere Kanäle 11 10 bzw. 12 untereinander verbunden, während einer der beiden Druckräume mit einem Zulaufanschluss 13 und einer der beiden Ablaufräume mit einem Ablaufanschluss 14 in Verbindung steht.

15 Im Übergangsbereich vom Lagerzapfen 6 zum Zylinderteil 7 ist ein Gleitdichtring 15 axial verschiebbar auf der Abtriebswelle 5 aufgesetzt, so dass er mit seiner radialen Gleit- und Dichtfläche in gleitender Weise an der Innenfläche des Deckels 4 und mit seiner axialen Dichtfläche an der Umfangsfläche der Antriebswelle 5 anliegt. Mit diesen beiden Dichtflächen dichtet der Gleitdichtring 15 nach außen ab.

20 Zwischen der innenliegenden Fläche des Gleitdichtringes 15 und dem Rotorflügel 8 bzw. dem Statorflügel besteht ein weiterer radialer Dichtspalt 16, der zur inneren Dichtheit die jeweils benachbarten Druck- und Ablaufräume voneinander trennt. Dieser Dichtspalt 16 ist entsprechend der Form des Gleitdichtringes 15 gewölbt ausgebildet.

25 Wie insbesondere die Fig. 2 zeigt, besitzt jeder Rotorflügel 8 und ebenso jeder der nicht dargestellten Statorflügel zwei parallele Schenkel 17, die zwischen sich eine Einbaunut 18 für die neue Dichtungseinrichtung 19 ausbilden. Diese Einbaunut 18 ist mittig angeordnet und verläuft über die ganze Höhe und über die ganze Länge des 30 Rotorflügels 8 bzw. des Statorflügels. In diese Einbaunut 18 ist die Dichtungseinrichtung 19 eingepresst. Die Dichtungseinrichtung 19 dichtet so die am Umfang und an den Stirnseiten eines jeden Rotorflügels 8 und Statorflügels



vorhandenen Dichtspalte 9, 10 und 16 ab und sorgt für die innere Dichtheit zwischen den Druck- und Saugräumen des Schwenkmotors.

Gemäß der Fig. 3 besteht die Dichtungseinrichtung 19 aus einem Dichtelement 20 aus einem Elastomer, wie beispielsweise einem NBR, einem HNBR oder einem FPM. Dieses Dichtelement 20 hat eine Länge und eine Höhe, die auf die Länge und die Tiefe der Einbaunut 18 im Rotorflügel 8 bzw. im Statorflügel abgestimmt ist. Zu beiden Seiten des weichen Dichtelementes 20 sind mehrere starre Dichtelemente 21, 22, 23, 24 aus Kunststoff aufgesetzt und sandwichartig durch Klebung oder Vulkanisation miteinander verbunden. Als Kunststoff wird vorzugsweise PTFE verwendet. Dabei sind die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 jeder der beiden Seiten des weichen Dichtelementes 20 in ihren Längen und Breiten so ausgestaltet, dass sie mit ihren äußeren Dichtflächen bündig mit dem weichen Dichtelement 20 abschließen und untereinander durch einen radialen Ausgleichsspalt 25 und einen achsparallelen Ausgleichsspalt 26 beabstandet sind. Beide Ausgleichspalte 25, 26 der beiden Seiten des weichen Dichtelementes 20 kreuzen sich, wobei sie so angeordnet sind, dass sich die Ausgleichspalte 25, 26 der einen Seite nicht mit den Ausgleichsspalten 25, 26 der anderen Seite überdecken. In der Breite sind das weiche Dichtelement 20 und die aufgesetzten starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 so bemessen, dass sie im Sandwich-Paket die Breite der Einbaunut 18 des Rotorflügels 8 bzw. des Statorflügels um eine Pressmaß übersteigt.

Die Breite der radialen und achsparallelen Ausgleichspalte 25, 26 richtet sich nach der Anzahl und nach der Größe der starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24.

Zur Montage dieser Dichtungseinrichtung 19 in die Einbaunut 18 des Rotorflügels 8 und des Statorflügels wird die Dichtungseinrichtung 19 im ausreichenden Maße seitlich zusammen gedrückt, sodass sich das weiche Dichtelement 20 in allen Längsrichtungen ausdehnt. Dabei wandern auch die am weichen Dichtelement 20 befestigten starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 in allen Längsrichtungen nach außen. In diesem Zustand wird die Dichtungseinrichtung 19 in ihre Endstellung in die Einbaunut 18 verpresst. Bei der Montage des so komplettierten Rotors 2 mit dem

Gehäuse 3 des Schwenkmotors wird vom Gehäuse 3 Druck auf das ausgeweitete weiche Dichtelement 20 ausgeübt, in folge dessen das weiche Dichtelement 20 auch frontal zusammengedrückt wird. Dabei baut das weiche Dichtelement 20 eine Vorspannung auf, die alle starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 an die betreffenden  
5 Wände der Gehäuseteile anpressen lässt. Gleichzeitig verringern sich die radialen und die achsparallelen Ausgleichsspalten 25, 26 bis auf einen vorbestimmten Abstand. In diesem Zustand liegen das weiche Dichtelement 20 und alle starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 unter der Vorspannung des weichen Dichtelementes 20 in dichtender Weise an den Gehäuseteilen an. Alle betroffenen Dichtspalte 9, 10, 16  
10 sind so abgedichtet.

Während des Betriebes des Schwenkmotors gelangt Drucköl aus der jeweiligen Druckkammer seitlich zwischen die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 und damit in die radialen und achsparallelen Ausgleichsspalte 25, 26. Der Druck des Öles  
15 belastet alle benachbarten starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 und treibt sie auseinander. Diese Kräfte unterstützen also die Vorspannung aus dem weichen Dichtelement 20 auf die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24. Während der Bewegung des Rotors 2 gleiten das weiche Dichtelement 20 und die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 an den inneren Wänden der Gehäuseteile in ständig  
20 wechselnder Richtung und haben damit einen gemeinsamen Anteil an der Dichtfunktion. Dabei übernehmen die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 obendrein eine Stützfunktion für das weiche Dichtelement 20, wodurch das weiche Dichtelement 20 geschont wird. Die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 unterliegen aber im gleichen Maße auf Grund der rauen Oberfläche der Gehäuseteile einem  
25 gewollten Abrieb, wodurch sich die fertigungstechnischen Unebenheiten an den Innenwänden der Gehäuseteile mit dem Abrieb zusetzen und eine glatte Oberfläche an den Gehäuseteilen bildet. Das verringert den fertigungsbedingten Dichtspalt und schützt das weiche Dichtelement vor einer vorzeitigen Zerstörung.

30 Bei einem Einsatz im unteren Temperaturbereich schrumpfen alle an der Dichtung beteiligten Bauteile in Abhängigkeit von den Werkstoffeigenschaften und den Abmessungen im unterschiedlichen Maße, wobei die Schrumpfung des weichen

- Dichtelementes 20 am größten ist. Auf Grund einer größer gewählten Vorspannung und der vom Drucköl ausgehenden Kräfte in den radialen und achsparallelen Ausgleichsspalten 25, 26 werden die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 entgegen der Schrumpfrichtung des weichen Dichtelementes 20 weiterhin gegen die
- 5 Innenwände der Gehäuseteile gedrückt. Während dieser Bewegungen aller Dichtelemente 20, 21, 22, 23, 24 vergrößern sich die radialen und achsparallelen Ausgleichsspalte. Die Dichtfunktion bleibt also auch bei tiefen Arbeitstemperaturen aufrechterhalten.
- 10 Bei einem Einsatz bei höheren Temperaturen kommt es zu einer Ausdehnung aller an der Dichtfunktion beteiligten Bauteile. Aus den unterschiedlichen Spannungen während des Ausdehnungsprozesses kommt es zu Kräften, die die Vorspannung des weichen Dichtelementes 20 auf die starren Dichtelemente 21, 22, 23, 24 und die hydraulischen Kräfte in den radialen und achsparallelen Ausgleichsspalten 25, 26
- 15 unterstützen. Dadurch erhöht sich die Dichttheit.

**Bezugszeichenliste**

- 1 Stator
- 2 Rotor
- 3 Gehäuse
- 4 Deckel
- 5 Abtriebswelle
- 6 Lagerzapfen
- 7 Zylinderteil
- 8 Rotorflügel
- 9 achsparalleler Dichtspalt
- 10 radialer Dichtspalt
- 11 Kanal
- 12 Kanal
- 13 Zulaufanschluss
- 14 Ablaufanschluss
- 15 Gleitdichtring
- 16 radialer Dichtspalt
- 17 Schenkel
- 18 Einbaunut
- 19 Dichtungseinrichtung
- 20 weiches Dichtelement
- 21 starres Dichtelement
- 22 starres Dichtelement
- 23 starres Dichtelement
- 24 starres Dichtelement
- 25 radialer Ausgleichsspalt
- 26 achsparalleler Ausgleichsspalt

---

## Dichtungseinrichtung für einen radialen Schwenkmotor

---

### Patentansprüche

1. Dichtungseinrichtung für einen radialen Schwenkmotor, wobei der Schwenkmotor aus einem Stator (1) mit mindestens einem Statorflügel und aus einem Rotor (2) mit mindestens einem Rotorflügel (8) besteht, die mindestens einen Druckraum und einen Saugraum ausbilden und die zur Abdichtung nach innen jeweils mit einer Dichtungseinrichtung (19) ausgestattet sind, wobei die Dichtungseinrichtung (19) jeweils in eine Einbaunut (18) des Rotorflügels (8) und des Statorflügels eingepresst ist und aus äußeren starren Dichtelementen (21, 22, 23, 24) und einem, die äußeren starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) miteinander verbindenden Vorspannelement aus einem Elastomer besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement als ein weiches Dichtelement (20) ausgebildet ist und die äußeren starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) mehrteilig ausgeführt sind, wobei das weiche Dichtelement (20) und die starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) unlösbar miteinander verbunden sind, die umlaufenden Dichtflächen der starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) im unbelasteten Zustand bündig mit der Dichtfläche des weichen Dichtelementes (20) abschließen, die starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) untereinander durch mindestens eine radiale Ausgleichsnut (25) und mindestens eine achsparallele Ausgleichsnut (26) beabstandet sind und die Ausgleichsnuten (25, 26) beider Seiten der Dichtungseinrichtung so angeordnet sind, dass sich die Ausgleichsnuten (25, 26) der einen Seite nicht mit den Ausgleichsnuten (25, 26) der anderen Seite überdecken.

2. Dichtungseinrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das weiche Dichtelement (20) und die starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) in der Länge und der Tiefe so bemessen und so aufeinander abgestimmt sind, dass auch nach der Montage der Dichtungseinrichtung (19) in der Breite verringerte Ausgleichsnuten (25, 26) verbleiben.

3. Dichtungseinrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das weiche Dichtelement (20) aus einem solchen Elastomer besteht und solche Abmessungen besitzt, dass die daraus resultierende Vorspannung größer als die aus einer Temperaturverringering resultierende Schrumpfung des weichen Dichtelementes (20) und der starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) ist.

4. Dichtungseinrichtung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass der radiale Ausgleichsspalt (25) und der achsparallele Ausgleichsspalt (26) als druckölführende Kanäle ausgebildet sind und mit dem jeweiligen Druckraum des Schwenkmotors in Verbindung stehen.

5. Dichtungseinrichtung nach dem Anspruche 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass das weiche Dichtelement (20) und die starren Dichtelemente (21, 22, 23, 24) durch Klebung oder durch Vulkanisation miteinander verbunden sind.



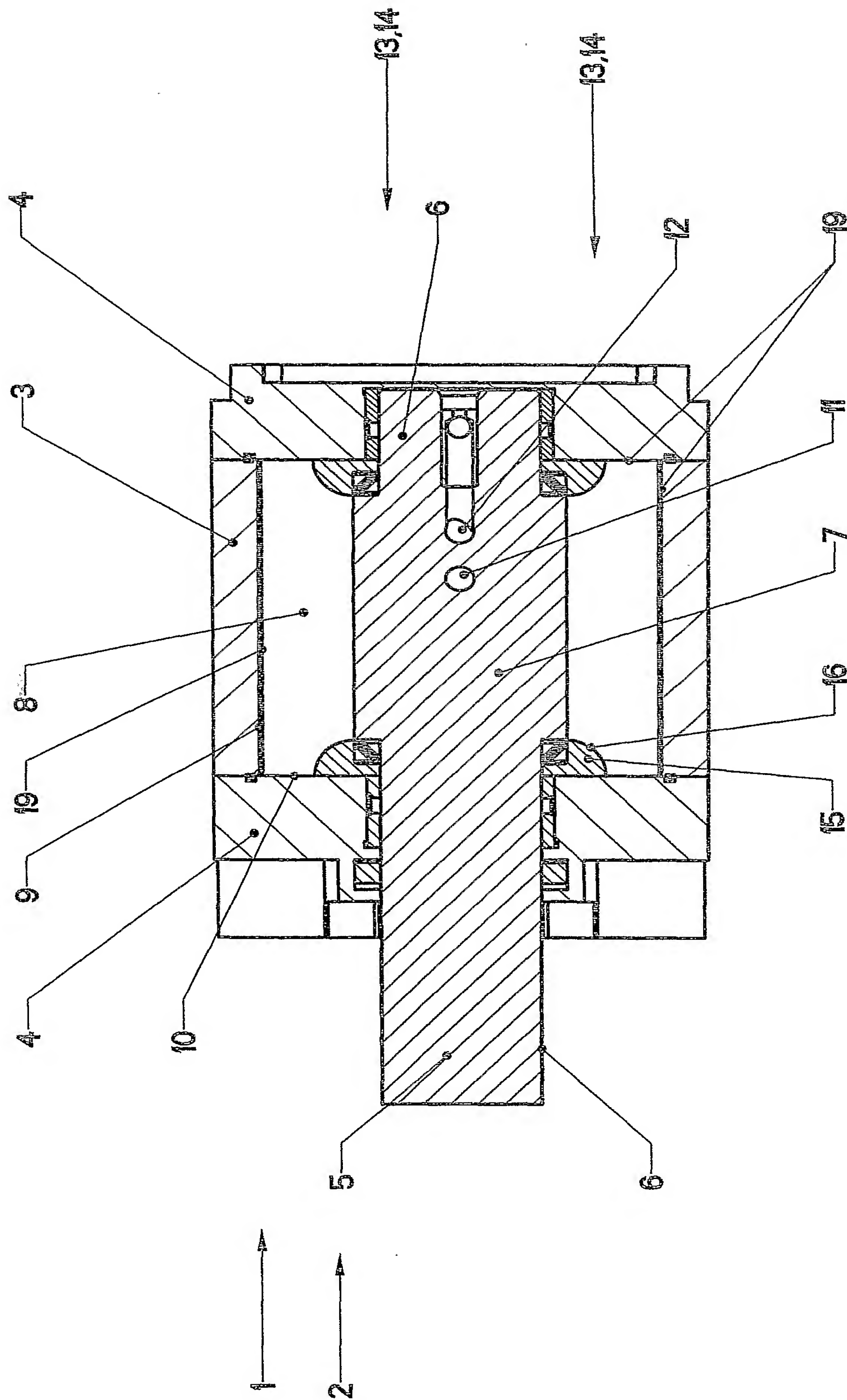
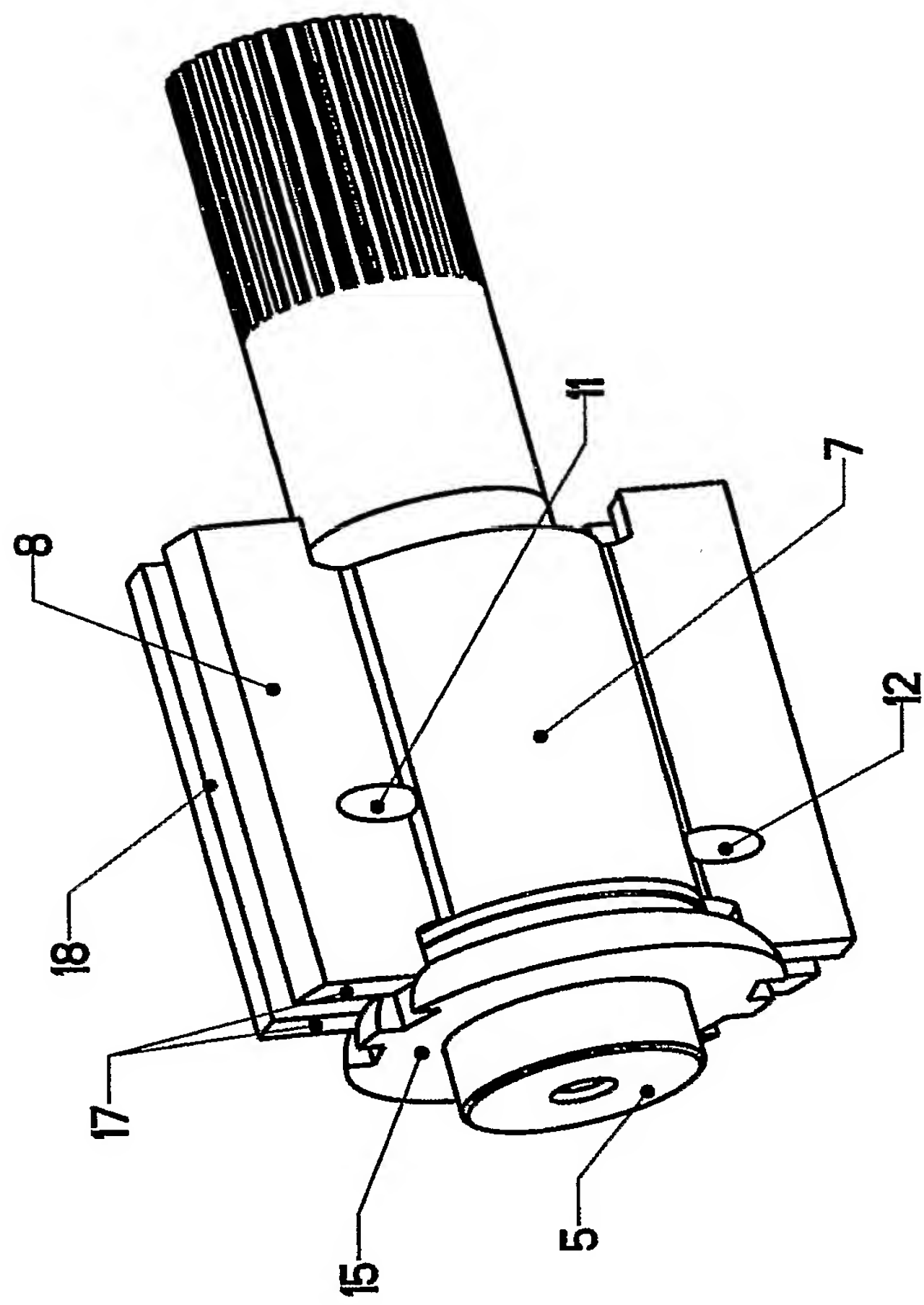


Fig. 1

Fig.2



3 / 3

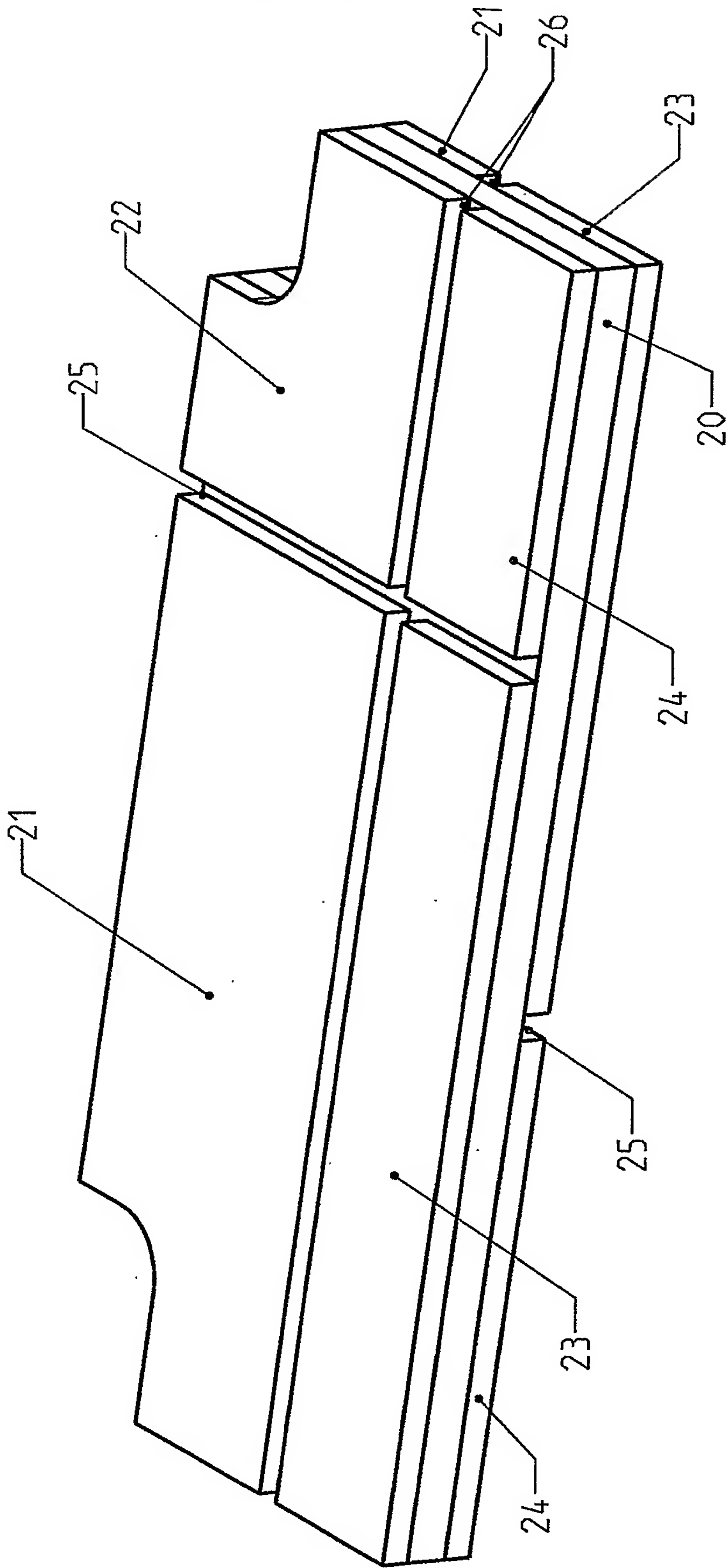


Fig.3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000349

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F16J15/54 F15B15/12 F01C19/00 F03C4/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16J F15B F01C F03C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 27 619 A1 (MANNESMANN SACHS AG; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21 December 2000 (2000-12-21) cited in the application column 1, lines 44-52 column 2, line 26 - column 3, line 32; figures 1,1a	1,3,5
A	DE 199 27 621 A1 (MANNESMANN SACHS AG; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21 December 2000 (2000-12-21) cited in the application column 2, line 7 - column 3, line 63; figure 1	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2005

Date of mailing of the international search report

08/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Rechenmacher, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2005/000349

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 207 047 A (O'CONNOR BERNARD E) 21 September 1965 (1965-09-21) column 5, line 64 - column 6, line 6; figures 1,2,4,7 -----	1-3
A	DE 199 35 234 C1 (MANNESMANN SACHS AG) 9 November 2000 (2000-11-09) cited in the application column 4, line 37 - column 5, line 30; figures 3-5 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000349

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19927619	A1	21-12-2000	NONE	
DE 19927621	A1	21-12-2000	EP 1061267 A2	20-12-2000
US 3207047	A	21-09-1965	NONE	
DE 19935234	C1	09-11-2000	FR 2797021 A1	02-02-2001
			US 6428010 B1	06-08-2002



## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000349

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F16J15/54 F15B15/12 F01C19/00 F03C4/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F16J F15B F01C F03C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 27 619 A1 (MANNESMANN SACHS AG; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21. Dezember 2000 (2000-12-21) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeilen 44-52 Spalte 2, Zeile 26 - Spalte 3, Zeile 32; Abbildungen 1,1a -----	1,3,5
A	DE 199 27 621 A1 (MANNESMANN SACHS AG; BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG) 21. Dezember 2000 (2000-12-21) in der Anmeldung erwähnt Spalte 2, Zeile 7 - Spalte 3, Zeile 63; Abbildung 1 ----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

08/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Rechenmacher, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 207 047 A (O'CONNOR BERNARD E) 21. September 1965 (1965-09-21) Spalte 5, Zeile 64 - Spalte 6, Zeile 6; Abbildungen 1,2,4,7 -----	1-3
A	DE 199 35 234 C1 (MANNESMANN SACHS AG) 9. November 2000 (2000-11-09) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 37 - Spalte 5, Zeile 30; Abbildungen 3-5 -----	1

INTERNATIONALES RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000349

Im Rechenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19927619	A1	21-12-2000	KEINE
DE 19927621	A1	21-12-2000	EP 1061267 A2 20-12-2000
US 3207047	A	21-09-1965	KEINE
DE 19935234	C1	09-11-2000	FR 2797021 A1 02-02-2001 US 6428010 B1 06-08-2002